

Docket No.: L&L-I0173

2661
24
BT
03-29-02

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class Mail in an envelope addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231, on the date indicated below.

By: Markus Nolff Date: February 5, 2002

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Xiaoning Nie
Applic. No. : 10/023,152
Filed : December 17, 2001
Title : Method for Timing the Output of Data Packets from Network Nodes, a Network Node, and a Network
Art Unit : 2661

CLAIM FOR PRIORITY

Hon. Commissioner of Patents and Trademarks,
Washington, D.C. 20231

RECEIVED
FEB 21 2002
Technology Center 2600

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 199, based upon the German Patent Application 100 62 640.8, filed December 15, 2000.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Markus Nolff
For Applicant

MARKUS NOLFF
REG. NO. 37,006

Date: February 5, 2002

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101

/kf

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



RECEIVED

FEB 21 2002

Technology Center 2600

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 100 62 640.8

Anmeldetag: 15. Dezember 2000

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG,
München/DE

Bezeichnung: Verfahren zur zeitlichen Steuerung der Ausgabe von
Datenpaketen aus Netzknoten, Netzknoten und
konfiguriertes Netz

IPC: H 04 L 12/56

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. Januar 2002
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

lerofsky

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

A 9161
06/00
EDV-L

Beschreibung

Verfahren zur zeitlichen Steuerung der Ausgabe von Datenpaketen aus Netzknoten, Netzknoten und konfiguriertes Netz

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur zeitlichen Steuerung der Ausgabe von Datenpaketen aus Netzknoten, einen gemäß dem Verfahren gesteuerten Netzknoten und ein Netz, das nach dem Verfahren gesteuerte Netzknoten aufweist.

10

In einem Netz zu Datenübertragungszwecken wird ein Punkt, an welchem verschiedene Datenübertragungstrecken zusammenlaufen, als Netzknoten bezeichnet. Ein Netzknoten kann durch unterschiedliche Netzelemente wie beispielsweise Router (d.h.

15

Datenpaketvermittler), Switches (d.h. Schalter), Bridges (d.h. Brücken), Gateways (d.h. Netzschnittstellen) oder Hubs (Systemkonzentratoren oder Sternverteiler) realisiert sein.

20

Je nach Ausführung eines Netzknotens weist dieser Vermittlungsaufgaben (Router) auf, führt eine Protokollumsetzung durch (Gateway) oder bewirkt eine hardwarebasierte Netzkopplung (Bridge, Switch, Hub) unter Auswertung von Adressinformationen der einzelnen Datenpakete. Gemeinsam sind den unterschiedlichen Realisierungsformen jedoch, daß an einem oder mehreren Eingängen des betrachteten Netzknotens Datenpakete einlaufen und an einem oder mehreren Ausgängen des Netzknotens nach einer gewissen Verweilzeit in dem Netzknoten ausgegeben werden. Jedem Ausgang ist eine Schnittstelle mit fester Übertragungsrate zugeordnet.

30

Ein gravierendes Problem in paketvermittelnden Datennetzen sind unterschiedliche Lauf- oder Verzögerungszeiten (Delays) der Datenpakete eines Datenstroms zwischen einem festen Sender und einem festen Empfänger. Schwankungen der Verzögerungszeit eines Datenstroms werden als Jitter bezeichnet. Für zeitkritische Anwendungen wie z.B. Sprach- oder Audio/Videoübertragungen z.B. über Internet ist es wichtig, Mechanismen

35

bereitzustellen, welche sowohl die Verzögerungszeit als auch den Jitter begrenzen.

Eine bekannte Maßnahme zur Reduzierung von Jitter in einem
5 Netzknoten besteht in der Nutzung eines Pufferspeichers zwischen dem Eingang und dem Ausgang des Netzknotens. Der Pufferspeicher ist in der Lage, so viele Datenbits zwischenspeichern, wie in der Zeit des längsten anzunehmenden Jitters eintreffen. Bei diesem Verfahren wird eine Verweilzeit D in
10 dem Netzknoten definiert und die Ankunftszeit $a(p)$ eines jeden Datenpakets p am Eingang des Netzknotens notiert. Für jedes Datenpaket wird dann ein Ausgabezeitpunkt $a(p)+D$ berechnet, und jedes Datenpaket wird später exakt nach Ablauf der Verweilzeit D am Ausgang des Netzknotens ausgegeben. Dies ermöglicht einen nahezu kontinuierlichen, jitterfreien Datenstrom am Ausgang des Netzknotens. Nachteilig bei diesen Verfahren ist jedoch, daß die Berechnung des Ausgabezeitpunktes („Scheduling“) und die Weitergabe jedes Datenpaketes individuell erfolgen muß, was einen hohen Aufwand erfordert. Ferner
15 können für eine effektive Jitterbegrenzung relativ lange Verweilzeiten D im Netzknoten erforderlich werden. Dies erhöht die Gesamtverzögerungszeit (Delay) im Datennetz.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und
25 eine Vorrichtung zur zeitlichen Steuerung der Ausgabe von Datenpaketen aus einem Netzknoten zu schaffen, welches bzw. welche auf einfache Weise eine Begrenzung des Jitters in einem Netzknoten ermöglicht. Insbesondere soll das Verfahren bzw. die Vorrichtung die Übertragung von zeitkritischen Diensten im Internet unterstützen.
30

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabenstellung wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

35 Das erfindungsgemäße Verfahren basiert auf der Ermittlung des aktuellen Pufferspeicher-Füllstands einer Warteschlange des Netzknotens. Der ermittelte Pufferspeicher-Füllstand wird mit

einem vorgebbaren unteren Grenzwert für den Pufferspeicher-Füllstand verglichen. Je nach dem Ergebnis des Vergleichs wird dann die Ausgabe des Datenpaketes aus dem Netzknoten zu unterschiedlichen Zeitpunkten angewiesen.

5

Das erfindungsgemäße Verfahren weist den Vorteil auf, daß die Ankunftszeiten von Datenpaketen an den Eingängen des Netzknotens nicht notiert werden müssen. Die statt dessen durchzuführende fortlaufende Überwachung des Pufferspeicher-Füllstands auf Warteschlangen-Basis erfordert wenig Aufwand und insbesondere nicht das Abspeichern einer Datenpaket-individuellen Information.

10

15

Eine vorteilhafte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens kennzeichnet sich dadurch, daß in einem n -ten Zyklus ein Ausgabezeitpunkt $T_a(n)$ nach der Beziehung $T_a(n) = T_s(n) + L/R$ für ein Datenpaket festgelegt wird, wobei $T_s(n)$ eine dem n -ten Zyklus zugeordnete Bezugszeit ist, L die Paketlänge des anzuweisenden Datenpaketes ist und R eine Bitrate für den Ausgang des Netzknotens ist, deren Wert von dem Vergleichsergebnis abhängt. Auf diese Weise wird der Ausgabezeitpunkt eines Datenpaketes unter Berücksichtigung der Bitrate R am Ausgang des Netzknotens eingestellt.

20

25

Bei der Bezugszeit $T_s(n)$ im n -ten Zyklus handelt es sich vorzugsweise um den Ausgabezeitpunkt $T_a(n-1)$ des im vorausgegangenen $n-1$ -ten Zyklus ausgegebenen Datenpaketes

30

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kennzeichnet sich dadurch, daß R auf eine Bitrate R_{\max} eingestellt wird, sofern der gemessene Pufferspeicher-Füllstand größer als der vorgebbare untere Grenzwert ist, und daß andernfalls R auf eine Bitrate R_{\min} eingestellt wird, die kleiner als R_{\max} ist. Zweckmäßiger Weise kann dabei

35

R_{\max} eine maximal zulässige Bitrate am Ausgang des Netzknotens (d.h. die Link-Kapazität) sein.

Eine besonders vorteilhafte Verfahrensmaßnahme kennzeichnet sich dadurch, daß in jedem Zyklus der ermittelte Pufferspeicher-Füllstand mit einem vorgebbaren oberen Grenzwert für den Pufferspeicher-Füllstand verglichen wird, und daß, sofern der
5 aktuelle Pufferspeicher-Füllstand größer ist als der obere Grenzwert, das nächste bereitstehende Datenpaket markiert und dann sofort verworfen (d.h. gelöscht) wird. Durch die Definition eines oberen Grenzwertes für den Füllstand des Pufferspeichers wird sichergestellt, daß zu allen Zeiten niemals
10 wesentlich mehr Datenbits als durch diesen definierten oberen Grenzwert vorgegeben, in dem Pufferspeicher vorhanden sind.

Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich sowohl auf Netzknoten mit Vermittlungs- oder Protokolltransferfunktionen
15 (Router bzw. Gateway) als auch auf sämtliche anderen Netzknoten, z.B. Switches, Bridges oder Hubs usw., anwenden.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein (Daten-)Netz oder Netzabschnitt, welcher ausschließlich aus Netzknoten besteht, die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren gesteuert
20 werden. Die Netzknoten können dabei von unterschiedlichem Typ sein und insbesondere auch Pufferspeicher unterschiedlicher Größe enthalten. Durch die netzweite Vorgabe desselben unteren Grenzwerts und/oder oberen Grenzwerts für den Pufferspeicher-Füllstand in jedem Netzknoten wird dennoch erreicht, daß
25 in jedem Netzknoten die Steuerung der Datenpaketausgabe nach der gleichen Vorschrift erfolgt. Bezogen auf die Festlegung des oberen Grenzwertes gestattet dies beispielsweise, daß es für einen jeden Datenstrom durch das Netz möglich wird, eine
30 größtmögliche Anzahl von Datenbits anzugeben, die in den von dem Datenstrom durchlaufenen Netzknoten des Netzes maximal zwischengespeichert sein kann.

Die Erfindung wird nachfolgend in beispielhafter Weise anhand
35 der Zeichnung erläutert. In dieser zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Netzknotens in einem Netz;

Fig. 2 ein Flußdiagramm zur Erläuterung eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens; und

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Netzabschnitts.

Die Figur 1 zeigt einen Router 1, welcher einen oder mehrere an seinem Eingang E eintreffende Datenströme an einem Ausgang A wieder ausgibt. Der Router 1 weist weitere Eingänge und/oder Ausgänge auf, die im folgenden nicht betrachtet werden und in Figur 1 daher nicht eingezeichnet sind. Der den Router 1 durchlaufende Datenstrom enthält Datenbits, die paketorientiert, d.h. in einzelnen Datenpaketen oder Zellen (d.h. Datenpakete identischer Paketlänge), übertragen werden.

Der Begriff Datenstrom bezeichnet eine Folge von Datenpaketen, die von einem bestimmten Sender stammen und für einen bestimmten Empfänger vorgesehen sind. Ein Datenstrom entspricht daher einer bestimmten Sender-Empfänger-Verbindung.

Bezüglich des betrachteten Ausgangs A umfaßt der Router 1 üblicherweise mehrere parallel angeordnete Warteschlangen (Queues), die über eine Schnittstelle mit dem einen Ausgang A verbunden sind. Der Aufbau einer Warteschlange ist im unteren Teil der Figur 1 exemplarisch dargestellt. Die Warteschlange weist einen mit dem Eingang E gekoppelten FiFo-Empfangsspeicher FiFo_R, einen dem Empfangsspeicher FiFo_R nachgeschalteten Pufferspeicher PS und einen dem Pufferspeicher PS nachgeschalteten FiFo-Sendespeicher FiFo_S auf. Sämtliche Speicher stehen mit einem Prozessor P in bidirektionaler Datenverbindung. Der Prozessor P steuert die Warteschlange, d.h. die Eingabe, Weitergabe und Ausgabe von Daten bezüglich der einzelnen Speicher FiFo_R, PS, FiFo_S.

Der Warteschlange FiFo_R, PS, FiFo_S kann ein einziger Datenstrom zugeordnet sein oder es ist auch möglich, daß mehrere Datenströme von einer Warteschlange bedient werden, wobei dann die Reihenfolge der Datenpakete bezüglich des jeweiligen Datenstroms gewahrt bleiben muß.

Betrachtet wird eine TDM- (Time Divison Multiplex-)Übertragung. Der von dem Router 1 empfangene Datenstrom wird periodisch in Zeitschlitten einer Zeitdauer T1 entgegengenommen und der ausgegebene Datenstrom wird periodisch in Zeitschlitten einer Zeitdauer T2 gesendet. Mit X(t) wird die Anzahl der Bits bezeichnet, die am Eingang E während des halboffenen Zeitintervalls (t-T1, t] entgegengenommen werden, und mit Y(t) wird die Anzahl der Bits bezeichnet, die während des halboffenen Zeitintervalls (t-T2, t] am Ausgang A des Routers 1 ausgegeben werden.

Für eine ideale Zeitmultiplex-Übertragung gilt T1=T2=:T und Y(k*T)=X(k*T-D) für beliebige Zeiten t und für eine konstante Verweilzeit D. Das heißt, daß die Anzahl der am Ausgang A des Routers 1 im betrachteten Zeitintervall ausgegebenen Daten identisch ist mit der Anzahl der am Eingang E des Routers 1 im gleichen, aber um die Verweilzeit D zurückliegenden Zeitintervall entgegengenommenen Daten. In diesem Fall weist jedes Datenbit des betrachteten Datenstroms exakt die Verweilzeit D im Router 1 auf. Hierbei bezeichnet k eine fortlaufende Nummer zur Indexierung aufeinanderfolgender Zeitschlitze.

In der Praxis treten jedoch Schwankungen um die "ideale" Verweilzeit D der Datenbits (und damit auch der Datenpakete) im Router 1 auf. Diese Schwankungen werden als Jitter J(t) bezeichnet. Der Jitter J(t) bezüglich D läßt sich zeitabhängig durch die folgende Gleichung beschreiben:

$$J(t) = \int_0^{t-D} X(\tau) d\tau - \int_0^t Y(\tau) d\tau$$

Eine zeitunabhängige obere Grenze G für den Jitter hat die Eigenschaft, daß die Bedingung $|J(t)| < G$ für sämtliche Zeiten t erfüllt ist.

- 5 Allgemein gilt für einen Netzknoten beliebigen Typs, daß der Jitter $J(t)$ in etwa dem Füllstand des Pufferspeichers in dem Netzknoten entspricht. Das heißt, bei erschöpfter Speichermöglichkeit im Pufferspeicher PS (d.h. vollständig gefülltem Pufferspeicher PS) ist ein maximaler Jitter zu erwarten. Der
- 10 Empfangsspeicher FiFo_R und der Sendespeicher FiFo_S werden dabei als jitterfrei betrachtet.

- Die erfindungsgemäße Steuerung der Ausgabe von in einer Warteschlange befindlichen Datenpaketen wird anhand Fig. 2 erläutert. Sie erfolgt durch den Prozessor P, welcher hierfür in geeigneter Weise programmiert ist.
- 15

- Zunächst wird in einem ersten Initialisierungsschritt eine untere Grenze B_d für den Füllstand des Pufferspeichers PS eingestellt. In diesem Schritt kann auch eine obere Grenze B_u für den Füllstand des Pufferspeichers PS eingestellt werden.
- 20

- In einem nächsten Initialisierungsschritt wird eine feste maximale Bitrate R_{\max} für den Ausgang A des Routers 1 vorgegeben. Die Vorgabe einer maximalen Bitrate R_{\max} für den Ausgang A des Routers 1 bedeutet, daß die zeitliche Ableitung von $Y(t)$ stets kleiner als diese maximale Ausgangs-Bitrate ist. In der Praxis wird diese maximale Bitrate R_{\max} am Ausgang A des Routers 1 (oder eines anderen Netzknotens) häufig durch
- 25 eine Begrenzung seitens des Netzbetreibers erzwungen. Beispielsweise kann die Begrenzung der Ausgangs-Bitrate (d.h. des Durchsatzes) durch den Router 1 in Abhängigkeit von Gebühren für die Nutzung des Netzes vereinbart und vorgegeben sein.
- 30

35

Die Ausgabesteuerung von Datenpaketen aus dem Pufferspeicher PS erfolgt dann gemäß dem folgenden Zyklus. Mit n wird eine

laufende Nummer des Zyklus bezeichnet. Der Zyklus wird durch Setzen von $n=0$ begonnen.

5 Es wird zunächst der aktuelle Füllstand $B(n)$ des Pufferspeichers PS im n -ten Zyklus ermittelt.

Dann erfolgt ein Vergleich des aktuellen Füllstands $B(n)$ mit den Grenzen B_d und gegebenenfalls B_u . Sofern $B(n) > B_u$ gilt, ist der Füllstand des Pufferspeichers PS zu hoch, d.h. der
10 Pufferspeicher PS muß sofort entleert werden. Hierfür wird das nächste Datenpaket, für welches der Ausgabezeitpunkt festgelegt werden soll, markiert und anschließend verworfen. Im Fall $B(n) \leq B_u$ wird geprüft, ob $B(n) > B_d$ gilt. Ist dies der Fall, wird die Ausgabezeit $T_a(n)$ für das nächste zur Abfertigung
15 im Pufferspeicher PS bereit stehende Datenpaket nach der Gleichung $T_a(n) = T_s(n) + L/R_{\max}$ ermittelt. Dabei bezeichnet L die Länge (d.h. die Bitanzahl) dieses Datenpakets und $T_s(n)$ bezeichnet eine Bezugszeit für den n -ten Zyklus. Z.B. kann $T_s(n) = T_a(n-1)$ sein, wobei $T_a(n-1)$ der (bereits berechnete)
20 Ausgabezeitpunkt des letzten Bits des im vorausgegangenen Zyklus $n-1$ angewiesenen Datenpaketes ist.

Andernfalls, d.h. sofern $B(n) \leq B_d$ gilt, wird
 $T_a(n) = T_s(n) + L/R_{\min}$ gesetzt. R_{\min} bezeichnet dabei eine Bi-
25 trate am Ausgang A, die kleiner als R_{\max} ist. R_{\min} stellt eine minimale garantierte Senderate des Routers 1 dar.

Nach dem "Schedulen" dieses Datenpaketes wird n inkrementiert und der Zyklus, nun bezeichnet als $Z(n+1)$, wird für das nächste
30 Datenpaket wiederholt.

Eine alternative Möglichkeit (in Fig. 2 nicht dargestellt) bei Feststellung von $B(n) \leq B_d$ besteht darin, daß dem anzuweisenden Datenpaket in der betrachteten Warteschlange zunächst
35 kein Ausgabezeitpunkt zugeteilt wird und daß sich der Zyklus auf eine andere Warteschlange, z.B. eine Warteschlange mit niedrigerer Priorität, verlagert. In diesem Fall werden in

der Folgezeit Datenpakete in dieser anderen Warteschlange angewiesen. Wechselt der Prozeß im m -ten Zyklus wieder auf die betrachtete Warteschlange zurück, kann als Bezugszeit $T_s(m)$ der bereits angewiesene Ausgabezeitpunkt $T_a(m-1)$ des letzten
5 Bits des im vorausgegangenen Zyklus $m-1$ angewiesenen Datenpaketes in der anderen Warteschlange verwendet werden.

Der beschriebene Algorithmus hat zur Folge, daß das System sich bezüglich der betrachteten Warteschlange in einem "lang-
10 samen" Betriebsmodus (oder nach der zuletzt erläuterten Alternative in einem Wartezustand) befindet, solange der Füllstand des Pufferspeichers PS kleiner als die untere Grenze B_d ist. Sofern der Füllstand B über der unteren Grenze B_d liegt, erfolgt in jedem Zyklus eine zeitliche Festlegung des Ausga-
15 bezeitpunkts für ein Datenpaket gemäß der vorstehend angegebenen Gleichung mit erhöhter Rate R_{max} . Dieser "schnelle" Betriebsmodus wird solange aufrechterhalten, bis der Füllstand des Pufferspeichers PS (wieder) unter die untere Grenze B_d absinkt. Nur für den Fall, daß der Füllstand des Pufferspei-
20 chers PS größer als B_u ist, wird einem Datenpaket kein Ausgabezeitpunkt zugewiesen, sondern das Paket wird markiert und verworfen.

Fig. 3 zeigt ein Netz 10 bzw. einen Abschnitt eines Netzes,
25 welches drei Netzknoten 1.1, 1.2 und 1.3 mit einem Aufbau entsprechend Fig. 1 umfaßt. An Übergabepunkten Z_1 , Z_2 und Z_3 werden dem Netz 10 die Datenströme i_1 , i_2 und i_3 zugeführt. Die Datenströme i_1 und i_2 gelangen zu dem ersten Netzknoten 1.1, während der Datenstrom i_3 dem zweiten Netzknoten 1.2 zu-
30 geleitet wird. Ein Ausgangsdatenstrom i_4 bildet einen weiteren Eingangsdatenstrom für den Netzknoten 1.2. Datenströme i_5 und i_6 werden dem dritten Netzknoten 1.3 zugeleitet. Datenströme i_7 , i_8 und i_9 werden Ausgangspunkten X_1 , X_2 und X_3 des Netzes 10 zugeführt.

35

Obgleich die Netzknoten 1.1, 1.2 und 1.3 von Typ und Bauart, insbesondere Größe des Pufferspeichers, unterschiedlich sein

können, kann durch eine einheitliche Konfiguration der Netzknoten 1.1, 1.2, 1.3 hinsichtlich Bu und/oder Bd im Netz für eine jitterarme Datenübertragung gesorgt werden. Insbesondere kann durch eine einheitliche obere Grenze Bu für den Pufferspeicher-Füllstand eine Limitierung der im Netz für einen bestimmten Datenstrom abgespeicherten Datenbits gesorgt werden. Betrachtet werde beispielsweise ein Datenstrom von Z2 nach X3. Dieser setzt sich aus den Datenstromabschnitten i2, i4 und i9 zusammen. Er durchläuft 2 Netzknoten, nämlich 1.1 und 1.2. Durch die genannte netzeinheitliche Auslegung der Netzknoten bezüglich Bu gilt, daß die im Netz gespeicherte Zahl von Datenbits für diesen Datenstrom kleiner oder gleich $2 \cdot Bu$ ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur zeitlichen Steuerung der Ausgabe von Datenpaketen aus Netzknoten, bei dem in einem Zyklus folgende Schritte durchlaufen werden:

- (a) Ermitteln eines aktuellen Pufferspeicher-Füllstands (B) bezüglich einer Warteschlange des Netzknotens (1, 1.1, 1.2, 1.3) ;
- (b) Vergleichen des ermittelten aktuellen Pufferspeicher-Füllstands (B) mit einem vorgebbaren unteren Grenzwert (Bd) für den Pufferspeicher-Füllstand (B); und
- (c) Anweisen des Ausgabezeitpunkts eines sich in der Warteschlange aufhaltenden Datenpaketes aus dem Netzknoten (1, 1.1, 1.2, 1.3) in Abhängigkeit von dem Vergleichsergebnis.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

- daß in einem n-ten Zyklus im Schritt (c) ein Ausgabezeitpunkt $T_a(n)$ nach der Beziehung $T_a(n) = T_s(n) + L/R$ festgelegt wird, wobei $T_s(n)$ eine dem n-ten Zyklus zugeordnete Bezugszeit ist, L die Paketlänge des anzuweisenden Datenpaketes ist und R eine Bitrate am Ausgang des Netzknotens (1, 1.1, 1.2, 1.3) ist, deren Wert von dem Vergleichsergebnis abhängt.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

- daß die Bezugszeit $T_s(n)$ der Ausgabezeitpunkt $T_a(n-1)$ eines im vorausgegangenen n-1-ten Zyklus ausgegebenen Datenpaketes ist.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

- daß R auf eine Bitrate R_{max} eingestellt wird, sofern der gemessene Pufferspeicher-Füllstand (B) größer als der vorgebbare untere Grenzwert (Bd) ist, und daß andernfalls R

auf eine Bitrate R_{min} eingestellt wird, die kleiner als R_{max} ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4,

- 5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
- daß R_{max} eine maximal zulässige Bitrate am Ausgang des
Netzknotens ist.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- 10 g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
den weiteren Schritt:

(d) Vergleichen des ermittelten aktuellen Pufferspeicher-
Füllstands (B) mit einem vorgebbaren oberen Grenzwert
(B_u) für den Pufferspeicher-Füllstand, und, sofern der
15 aktuelle Pufferspeicher-Füllstand (B) größer ist als der
obere Grenzwert (B_u):

(e) Verwerfen des anzuweisenden Datenpaketes.

7. Netzknoten, mit

- 20 - zumindest einer Warteschlange mit einem Pufferspeicher (PS)
zum Zwischenspeichern von Datenpaketen,
- einem Mittel zum Messen des Füllstandes (B) des Pufferspei-
chers (PS), und
- einem Steuermittel (P), welches in Abhängigkeit von dem ge-
25 messenen Pufferspeicher-Füllstand (B) die Ausgabe eines Da-
tenpaketes nach dem Verfahren gemäß einem der vorhergehen-
den Ansprüche steuert.

8. Netzknoten nach Anspruch 7,

- 30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
- daß der Netzknoten (1, 1.1, 1.2, 1.3) ein Router oder eine
Gateway ist.

9. Netzknoten nach Anspruch 7,

- 35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
- daß der Netzknoten (1, 1.1, 1.2, 1.3) ein Switch oder eine
Bridge oder ein Hub ist.

10. Netz oder Netzabschnitt, umfassend ausschließlich Netzknoten (1, 1.1, 1.2, 1.3) nach einem der Ansprüche 7 bis 9.

- 5 11. Netz oder Netzabschnitt nach Anspruch 10,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- daß für jeden der Netzknoten (1, 1.1, 1.2, 1.3) dieselbe
untere Grenze (Bd) für den Pufferspeicher-Füllstand festge-
setzt ist.

10

12. Netz oder Netzabschnitt nach Anspruch 10 oder 11,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- daß für jeden der Netzknoten (1, 1.1, 1.2, 1.3) dieselbe
obere Grenze (Bu) für den Pufferspeicher-Füllstand festge-
15 setzt ist.

13. Netz oder Netzabschnitt nach einem der Ansprüche 10 bis
12,

- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
20 - daß für jeden der Netzknoten (1, 1.1, 1.2, 1.3) dieselbe
maximale Bitrate (R) am Ausgang des Netzknotens (1, 1.1,
1.2, 1.3) festgesetzt ist.

Zusammenfassung

Verfahren zur zeitlichen Steuerung der Ausgabe von Datenpaketen aus Netzknoten, Netzknoten und konfiguriertes Netz

5

In einem Verfahren zur zeitlichen Steuerung der Ausgabe von Datenpaketen aus Netzknoten wird zunächst der aktuelle Pufferspeicher-Füllstand bezüglich einer Warteschlange des Netzknotens ermittelt. Der ermittelte Pufferspeicher-Füllstand wird mit einem vorgebbaren unteren Grenzwert für den Pufferspeicher-Füllstand verglichen. Der Ausgabezeitpunkt eines Datenpaketes wird in Abhängigkeit von dem Vergleichsergebnis angewiesen.

10

1/2

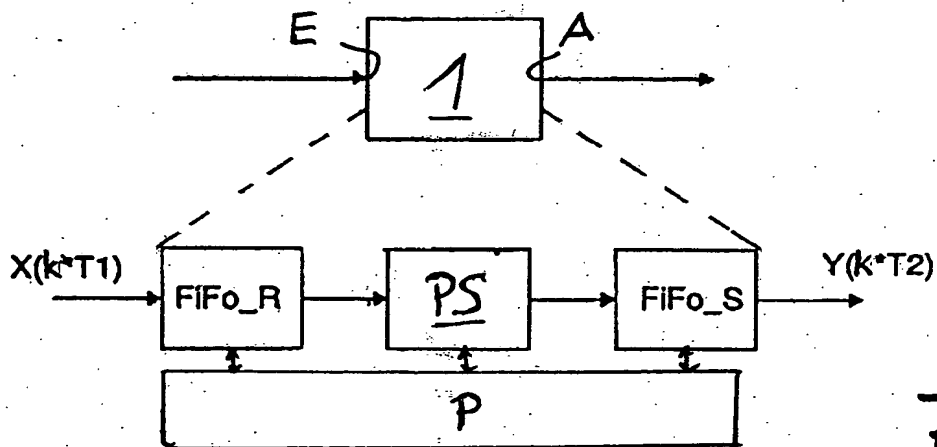


Fig. 1

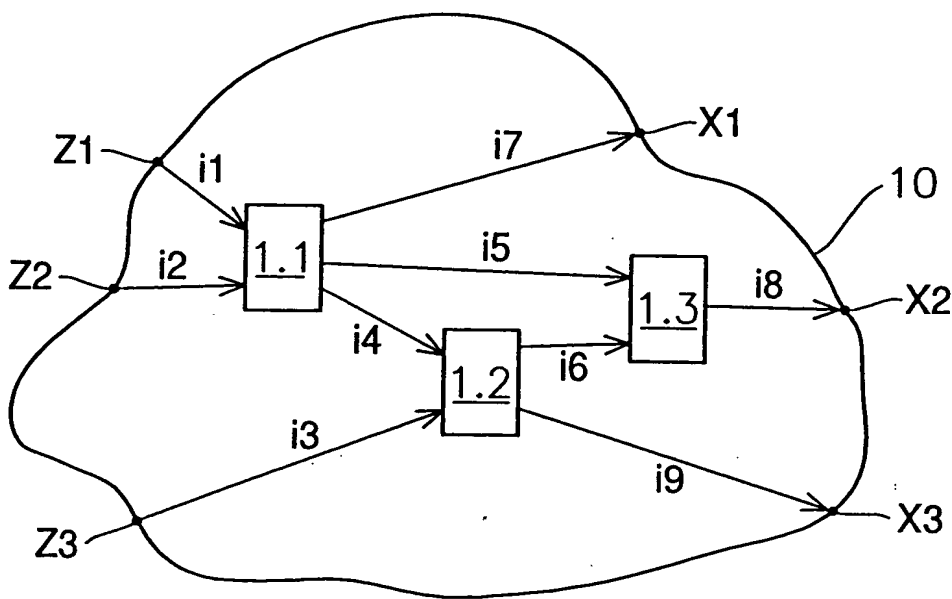


Fig. 3

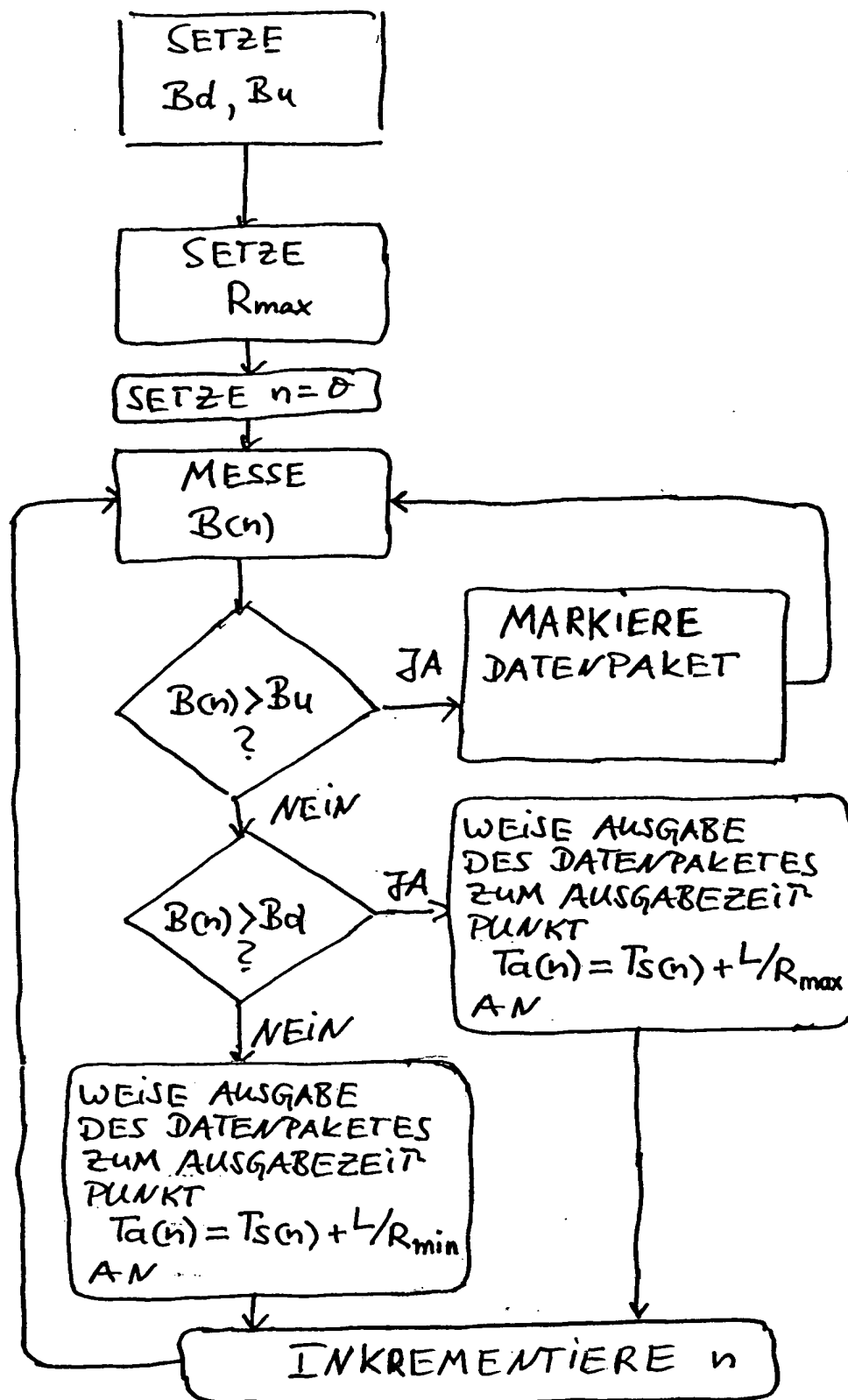


Fig. 2